VISIT…

LANZAROTE
Caliente.COM

4-60

Калининградский государственный технический университет

КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ И ПАРОГЕНЕРАТОРЫ

Методические указания к курсовому проектированию для студентов высших учебных заведений по специальности

100500 – Тепловые электрические станции

БИБЛИОТЕКА
КГТУ

Калининград

2001

Ап

КОНТРОЛЬНЫЙ ЛИСТОК
СРОКОВ ВОЗВРАТА
КНИГА ДОЛЖНА БЫТЬ
ВОЗВРАЩЕНА НЕ ПОЗЖЕ
УКАЗАННОГО ЗДЕСЬ СРОКА
Колич. пред выдач.

3 ТМО Т. 3600000 З. 673—90

М/у

Калининградский государственный технический университет

КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ И ПАРОГЕНЕРАТОРЫ

Методические указания к курсовому проектированию для студентов высших учебных заведений по специальности

100500 – Тепловые электрические станции

Калининград
2001

УДК 621,181.61.001.24

УТВЕРЖДЕНО
Ректором Калининградского
государственного технического
университета

АВТОР – Тихонов В.М., к.т.н., доцент кафедры «Судовые энергетические установки и теплоэнергетика»

Методические указания рассмотрены и одобрены кафедрой судовых энергетических установок и теплоэнергетики Калининградского государственного технического университета 30 января 2001 г., протокол № 5.

РЕЦЕНЗЕНТ – Алексеев И.А., начальник НИС КГТУ.

© Калининградский государственный технический университет, 2001 г.

ВВЕДЕНИЕ

Курс "Котельные установки и парогенераторы" является ключевым в подготовке инженеров-теплоэнергетиков, так как формирует у студентов знания в области наиболее сложных теплообменных аппаратов, где представлено большинство процессов теплообмена, а также закрепляет знания, полученные студентами в курсах: "Техническая термодинамика и теплопередача", "Материаловедение и технология металлов", "Металлы в теплоэнергетике", “Физико-химические методы подготовки воды и топлива", "Сопротивление металлов", "Гидродинамика".

Отечественная энергетика базируется, в основном, на тепловых и атомных электростанциях, где паровые котлы и парогенераторы играют основную роль, поэтому данный курс особенно необходим будущим специалистам по ТЭС и АЭС.

Знания, полученные при изучении курса, закрепляются в курсовом проекте. Для будущих инженеров-теплоэнергетиков наибольший интерес в качестве объекта курсового проектирования представляют паровые котлы тепловых электростанций.

При проектировании котлоагрегата студентам рекомендуется произвести тепловой, газодинамический и прочностной расчеты.

Существует два вида теплового расчета: конструктивный и поверочный.

Первый используется для проектирования новой конструкции котлоагрегата и чаще всего предлагается студентам для развития у них творческого процесса. Целесообразно поручать разработку такого проекта будущим инженерам-проектировщикам.

Второй вид расчета - поверочный–чаще предлагается эксплуатационникам.

Руководитель проекта может задать любой вид расчета, но в настоящих методических указаниях рекомендуется конструктивный. Варианты заданий представлены в табл. 1.

Как показывает опыт курсового проектирования, студенты необоснованно много времени теряют на расчеты ввиду некоторой сложности нормативного метода / 7 / и отсутствия в библиотеке достаточного количества литературы. Это приводит к сокращению времени на изучение конструкции и условий эксплуатации котлов.

Чтобы устранить этот недостаток, в пятом семестре студентам выдается задание по тепловому расчету котлоагрегата типа ДКВР /20/. После проектирования парового котла малой производительности, менее сложного по сравнению с энергетическими котлами, у студента появляются необходимые навыки работы с нормативной литературой,

что существенно сказывается на повышении эффективности при работе над курсовым проектом.

При выполнении курсового проекта можно применять вычислительную технику, особенно при расчете *I-t* диаграммы продуктов сгорания / 18 /.

1. ЗАДАЧА КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ. ОБЪЕМ ПРОЕКТА

При курсовом проектировании закрепляются знания теоретических курсов и приобретаются навыки пользования расчетными нормативными и проектными материалами. Студенты осваивают тепловой, газодинамический и прочностной расчеты, детально изучают конструкцию заданного типа парового котла и условия его эксплуатации.

На основе теплового расчета учащиеся проводят принципиальную проработку поверхностей нагрева котлоагрегата. Она заключается в определении необходимых размеров радиационной тепловоспринимающей поверхности топочной камеры, конвективных поверхностей нагрева, обеспечивающих заданную производительность, а также максимальную эффективность.

Полученную в ходе теплового расчета поверхность нагрева нужно разместить в котлоагрегате с указанием числа труб в ряду, числа рядов, шага труб, обеспечением расчетной скорости газов. Устанавливаются габаритные размеры основных частей парового котла - топки, конвективных поверхностей нагрева: пароперегревателя, экономайзера, воздухоподогревателя. Определяется толщина стенок труб и коллекторов, а также воздушно-газовые сопротивления всех частей котла с указанием общего сопротивления и выбора тягодутьевых устройств.

В этом заключается первоначальная конструктивная проработка, итогом которой является создание эскизного проекта парового котла.

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки, включающей описание котла, конструктивный тепловой расчет, расчет на прочность труб и коллекторов, определение воздушно-газовых сопротивлений, комплекса мероприятий, обеспечивающих повышение надежности и эффективности котлоагрегата, техники безопасности и охраны труда, вопросов экологии и двух листов чертежей, включающих основные разрезы котла в эскизно-техническом исполнении.

Средняя затрата времени на выполнение курсового проекта -80 ч, из которых 17 ч приходится на аудиторные занятия, 40 ч на расчеты и составление расчетно - пояснительной записки, а остальное - на выполнение графической части проекта.

Защита курсового проекта назначается за две недели до окончания семестра, но возможна и раньше при опережении студентами графика работы над проектом.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РАСЧЕТУ ПАРОВОГО КОТЛА

2.1. Задание на курсовой проект.

Каждому студенту выдается индивидуальное задание, которое включает:

- тип котла (наименование предприятия, выпускающего данный котел);
- номинальная производительность;
- давление пара;
- температура перегретого пара;
- месторождение и марка топлива;
- температура питательной воды.

Кроме указанных, могут быть заданы и другие параметры, необходимые для расчета (температура горячего и холодного воздуха, способы его подогрева, температура воды на выходе из экономайзера, коэффициент полезного действия и т.д.).

Варианты заданий даны в табл. 1. Номер варианта принимается по двум последним цифрам шифра зачетной книжки студента.

2.2. Последовательность расчета.

Рекомендуется следующий порядок:

1. Изучаются характеристики прототипа и его конструкция, условия эксплуатации.

2. Уточняются характеристики заданного топлива, способ его сжигания, температура горячего воздуха и коэффициент его избытка в топке.

3. Рассчитывается энтальпия продуктов сгорания для всего газового тракта котла; результаты представляются в виде таблицы и диаграммы.

4. Вычисляются потери тепла с уходящими газами, КПД парового котла и расход топлива.

5. Производится расчет теплообмена в топочной камере; определяются поверхности стен и габаритные размеры.

Таблица 1

Задание на проектирование паровых котлов электростанций

Номер варианта	Тип котла	Водяной пар: производительность, D, т/ч	Водяной пар: давление (избыт.) P, Мпа	Водяной пар: температура, $t_{пе}$, °C	Температура питат. воды, $t_{пв}$, °C	Топливо
1	2	3	4	5	6	7
1	Е-35-40 (Белгородский завод энергетич. машиностр.)	35	4	440	145	Мазут 40 малосерн.
2						Уголь Донецкий ДР
3						Уголь Подмосковный Б2
4						Уголь Кузнецкий ТР
5						Торф
6	Еп-670-140 (Таганрогский котельный завод)	670	14	545/545	230	Природный газ Саратовский
7						Уголь Донецкий ДР
8						Уголь Кузнецкий КС
9						Уголь Карагандинский КР
10						Уголь Экибастузский ССР
11	Е/160-100 (Барнаульский котельный завод)	160	10	540	215	Мазут 40 сернистый
12						Уголь Донецкий ПА
13						Уголь Кузнецкий ДР
14						Уголь Печорский ЖР
15						Уголь Челябинский Б3
16	Е-210-140 (Барнаульский котельный завод)	210	14	570	230	Прир. газ Ставропольский
17						Уголь Донецкий ГР
18						Уголь Кузнецкий ГР
19						Уголь Печорский ДР
20						Уголь Черемховский ДР
21	Е-320-140 (Барнаульский котельный завод)	320	14	570	230	Мазут 40 высокосерн.
22						Уголь Донецкий АШ
23						Уголь Кизеловский ГР
24						Уголь Ургальское ГР
25						Уголь Ангренское Б2
26	Е-500-140 (Таганрогский котельный завод)	500	14	570	230	Природн. газ Оренбургский
27						Уголь Львов.-Волынск. ГР
28						Уголь Бабаевское В1
29						Уголь Егоршинское ПАР
30						Уголь Ткварчельское ЖР

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
31	Е-420-155 (Таганрогский котельный завод)	420	15,5	570	230	Мазут 100 малосернистый
32						Уголь Ткибульское ГР
33						Уголь Кок-Янгак ДР
34						Уголь Ирша-Бородинск. Б2
35						Уголь Ирша-Бородинск. Б2
36	Пп-1650-255 (Подольский машиностроительный завод)	1650	25,5	545/545	270	Мазут 100 высокосернистый
37						Уголь Кок-Янгак ДР
38						Уголь Сулюкта Б3
39						Уголь Баянгольское ДР
40						Уголь Кузнецкий ГР
41	Пп-2500-255 (Таганрогский котельный завод)	2500	25,5	565/570	271	Природный газ Газли
42						Уголь Ургальское ГР
43						Уголь Липовецкое ДР
44						Уголь Сучанский ГР
45						Уголь Кузнецкий ГР
46	Пп-3950-255 (Таганрогский котельный завод)	3950	25,5	545/545	280	Природный газ Бухарский
47						Уголь Сучанский ТР
48						Уголь Подгородненское ТР
49						Уголь Артемовское Б3
50						Уголь Нерюнгринское ССР
51	Е-50-40 (Белгородский завод энергетич. Машиностр.)	50	4	440	145	Мазут 100 сернистый
52						Уголь Сангарское ДР
53						Уголь Чульмаканское ЖР
54						Уголь Нижне-Аркагалин. ДР
55						Уголь Бикинское Б
56	Е-75-40 (Белгородский завод энергетич. Машиностр.)	75	4	440	145	Природный газ Шебелинка
57						Уголь Верхне-Аркагалин. ДР
58						Уголь Южно-Сахалинское ДР
59						Уголь Южно-Сахалинское ГР
60						Уголь Анадырское Б3
61	Е-500-140 (Барнаульский котельный завод)	500	14	570	230	Природный газ Карадаг
62						Уголь Донецкий ДР
63						Уголь Подмосковный Б2
64						Уголь Кузнецкий ТР
65						Торф

6. Выполняется конструктивный расчет конвективных поверхностей нагрева (пароперегревателя, испарительных пучков, воздухоподогревателя, экономайзера), определяются их габаритные и конструктивные характеристики.

7. Определяется КПД котлоагрегата (по прямому балансу) и сравнивается с заданным.

8. Проводится сравнение полученных характеристик проекта с прототипом и дается объяснение имеющихся различий.

9. Определяются воздушно - газовые сопротивления котлоагрегата и выбираются марки вентиляторов.

10. Производится расчет деталей и узлов котлоагрегата на прочность.

2.3. Методика расчета.

Основные зависимости по тепловому, газодинамическому и прочностному расчетам содержатся в специализированных источниках /1; 2; 7/.

В определенной степени ускорению и углублению работы над курсовым проектом помогут методические указания, где указываются примеры расчетов котлов и их отдельных характеристик /18 - 21/.

При расчетах компоновка поверхностей нагрева выбирается студентом по прототипу, необходимые в расчете величины коэффициентов избытка воздуха и присосов определяются по рекомендациям /7/; конструктивные параметры (диаметр труб, шаги и др.) принимаются по прототипу или вычисляются в соответствии с требованиями норм конструирования и стандартизации на трубы поверхностей нагрева.

Из рассчитываемых вариантов рекомендуется взять, прежде всего, последовательность расчетов и форму составления расчетно-пояснительной записки.

Все вопросы, вызывающие затруднения у студентов, решаются совместно с руководителем проекта.

В основу проектирования паровых котлов, учащемуся рекомендуется положить создание высокоэффективного котла, с максимально высоким (допустимым) КПД.

При расчете *I-t* - диаграммы продуктов сгорания студенты допускают ошибки, которые сказываются на точность расчетов и сроках выполнения курсового проекта. Для контроля правильности расчетов рекомендуется использовать расчеты энтальпии на ЭВМ /18/.

2.4. Оформление расчетно-пояснительной записки.

Текстовая часть записки должна содержать:

1. Титульный лист (Приложение).

2. Описание проектируемого котла с обоснованием выбора отдельных узлов и деталей.
3. Тепловой расчет котлоагрегата.
4. Газодинамический расчет котлоагрегата.
5. Расчет деталей котла на прочность.
6. Перечень мероприятий по повышению экономичности и надежности котлоагрегата.
7. Охрана труда и техники безопасности.
8. Охрана окружающей среды.
9. Список литературы.

Расчеты выполнять рекомендуется в табличной форме:

Наименование и размерность	Обозначение	Расчетная формула или источник	Расчет	Результат

В расчетах применять систему СИ.

По ходу расчета необходимо давать краткие обоснования и соответствующие пояснения.

Разделы записки обязательно отделяются четко оформленными заголовками.

Иллюстрации (на миллиметровке) должны содержать *I-t* - диаграмму продуктов сгорания, принципиальную расчетную схему котлоагрегата и другие необходимые для выполнения задания схемы и диаграммы.

В сводной таблице результатов расчета для каждой поверхности нагрева указываются:

1. Тепловая мощность.
2. Температуры на входе и выходе теплоносителей.
3. Температурный напор.
4. Средние скорости газов.
5. Коэффициенты теплопередачи.
6. Размеры поверхностей нагрева и тепловые напряжения.

На основании сопоставления характеристик проектируемого котла с прототипом дать анализ причин расхождения результатов расчета с характеристиками действующего котла.

Для разработки перечня мероприятий по повышению эффективности и надежности парового котла необходимо проанализировать:

1. Причины понижения КПД на долевых нагрузках.
2. Необходимость поддержания коэффициента избытка воздуха на минимально допустимом уровне и методы его определения.
3. Роль и частоту сажеобдувки поверхностей нагрева.
4. Причины появления накипи; вред, причиняемый ею.
5. Требования к качеству питательной и котловой воды.
6. Частоту замеров показателей качества воды.
7. Величину и периодичность продувки.
8. Причины коррозии поверхностей нагрева и методы снижения скорости коррозии.

В разделе "Охрана труда и техника безопасности" необходимо осветить следующие вопросы:

1. Резервирование оборудования, трубопроводов и арматуры котельной установки.
2. Безопасность и надежность топочных устройств.
3. Автоматическое регулирование питания и горения.
4. Проверка котлов на прочность и плотность.
5. Обеспечение безопасности котельного отделения.
6. Предотвращение сажевых пожаров в газоходах.
7. Обеспечение взрывобезопасности котла.
8. Предотвращение попадания в котельное отделение вредных газов.

Раздел "Охрана окружающей среды" включает:

1. Загрязнение воздуха продуктами сгорания топлива и величина предельно-допустимых концентраций (ПДК) вредных газов.
2. Контроль загрязнений воздуха приборами и меры предупреждения загрязнения воздушного бассейна.
3. Загрязнение воды солями и нефтепродуктами, контроль загрязнений, последствия загрязнений и меры по предотвращению загрязнений.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

Графическая часть курсового проекта состоит из двух листов формата 594х841, где котлоагрегат вычерчивается в двух проекциях, характеризующих конструкцию котла.

Чертежи выполняются согласно ЕСКД.

Спецификация вшивается в пояснительную записку (в приложении)

Исходными геометрическими параметрами для выполнения чертежей парового котла и его отдельных поверхностей нагрева являются величины, полученные в тепловом расчете.

В качестве пособия, облегчающего разработку конструкции котла и отдельных его узлов, используются иллюстрации в учебниках и пособиях, а также чертежи (синьки) заданного прототипа, получаемые студентами на кафедре.

Чертежи должны содержать основные габаритные и характерные размеры. На отдельных поверхностях нагрева должны быть обозначены габариты, шаги труб, число и диаметр параллельно включенных труб и т.д.

На чертежах проекций должны быть изображены лазы, предохранительные клапаны и другая арматура, входные и выходные коллекторы пучков, сепарационные и продувочные устройства.

Студент должен детально разобраться в конструкции узлов и дать объяснения по их выполнению, условиям работы, сборке и разборке, а также назначению и месту в конструкции котлоагрегата.

Кроме того, необходимо проанализировать условия эксплуатации отдельных узлов и причины выхода их из строя.

4. ОБЪЕМ РАЗДЕЛОВ ПРОЕКТА

1. Получение задания, подбор литературы, изучение конструкции, выбор основных характеристик	- 10%
2. Расчет объемов и энтальпии продуктов сгорания; построение *I-t* диаграммы	- 5%
3. Составление теплового баланса и определение расхода топлива	- 5%
4. Расчет топки	- 10%
5. Расчет пароперегревателя	- 5%
6. Расчет экономайзера и воздухоподогревателя	- 5%
7. Газодинамический расчет	- 10%
8. Расчет деталей и узлов котлоагрегата на прочность	- 5%
9. Оформление расчетно-пояснительной записки	- 15%
10. Графическая часть	- 30%

5. ТРЕБОВАНИЯ ПРИ ЗАЩИТЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

На защиту проекта предъявляется: расчетно-пояснительная записка и чертежи спроектированного котла.

Студент должен знать конструкцию в целом, конструктивные особенности поверхностей нагрева и отдельных узлов.

Он должен дать пояснения по методике теплового расчета, обосновать принятые в расчете значения отдельных коэффициентов и характеристик, показать знание вопросов эксплуатации котла, методов повышения его эффективности и надежности, место котельной установки на электростанции.

В объем требований входят также вопросы охраны труда и техники безопасности, а также загрязнений воды и воздуха котельными установками и меры по предотвращению загрязнений.

ОБЩИЙ ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Антикайн П.А. Методика и расчет на прочность котлов и трубопроводов. - М.: Энергия, 1930. - 424с.

2. Аэродинамический расчет котельных установок. Нормативный метод / Под ред. С.И. Мочана. - Л.: Энергия, 1977. - 255 с.

3. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов / Госгортехнадзор СССР. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 176с.

4. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. - М.: Недра, 1990. - 135с.

5. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей. - М.: Энергия, 1977.

6. Резников М.И., Липов Е.М. Паровые котлы тепловых электростанций. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - 288 с.

7. Тепловой расчет котельных агрегатов (нормативный метод) / Под ред. Н.В.Кузнецова и др. - М.: Энергия, 1973. - 296с.

Дополнительная

8. Айзен В.Г. Горелочные устройства котлов ЗиО. - М.: Энергоатомиздат, 1985. - 144с.

9. Гаврилов А.Ф., Малкин Б.М. Загрязнение и очистка поверхностей нагрева котельных установок. - М.: Энергия, 1980.

10. Белосельский Б.С. Топочные мазуты. - М.: Энергия, 1978. - 256с.

11. Кострикин Ю.М. и др. Водоподготовка и водный режим энергообъектов низкого и среднего давления: Справочник. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 254 с.

12. Маргулова Т.Х., Мартынова О.И. Водные режимы тепловых и атомных электростанций. - М. : Высш. шк., 1987. -319с.

13. Мейкляр М.В. Современные котельные агрегаты ТКЗ. - М.: Энергия, 1978.

14. Павлов В.А., Штейнер И.Н. Условия оптимизации процессов сжигания жидкого топлива и газа в энергетических и промышленных установках. - Л.: Энергоатомиздат, 1984. - 120 с.

15. Справочник по пыле- и золоулавливанию/ М.И.Биргер и др. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 312с.

16. Стерман Л.С., Покровский В.Н. Химические и термические методы обработки воды на ТЭС. - М.: Энергия, 1981. - 232с.

17. Стырикович М.А. и др. Парогенераторы электростанций. - М.-Л.: Энергия, 1966. - 34 с.

18. Тихонов В.М. Расчет энтальпии продуктов сгорания топлива по программе "COMBUSTION" на ЭВМ ЕС-1022: Методические указания. - Калининград: КТИРПХ. 1989; - 86 с.

19. Тихонов В.М. Паровые котлы промысловых судов: Методические указания. - Калининград: КТИРПХ, 1987.-116 с.

20. Тихонов В.М. Теплотехника. Пример расчета парового котла типа ДКВР: Методические указания. - Калининград; КТИРПХ, 1991.- 84 с.

21. Тихонов В.М. Оптимизация основных параметров и конструктивных характеристик судовых вспомогательных парогенераторов на ЭВМ ЕС-1020: Методические указания. - Калининград: КТИРПХ. 1982. -38 с.

22. Баранов П.А. Предупреждение аварий паровых котлов. -М. Энергоатомиздат, 1991. - 272 с.

23. Дэвинс Д. Энергия. - М.: Энергоатомиздат, 1985. - 360 с.

24. Охрана водного и воздушного бассейнов от выбросов тепловых электростанций/Под ред. Л.А. Рихтер и др. - М.: Энергоатомиздат, 1981.

25. Смирнов А.Д., Антипов К.И. Справочная книжка энергетика - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 440 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Образец титульного листа

Калининградский Государственный
Технический Университет

Кафедра судовых энергетических установок
и теплоэнергетики

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ
по котельным установкам

Студент ________________________________
(шифр группы, шифр зачетной книжки, ФИО)

____
(дата выполнения) (подпись)

Проект защищен ____________ с оценкой ____
(дата защиты)

Руководитель проекта ____________________
(ФИО) (подпись)

Калининград

____
(год)

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3
1. Задача курсового проектирования. Объем проекта 4
2. Методические указания к расчету парового котла 5
   2.1. Задание на курсовой проект 5
   2.2. Последовательность расчета 5
   2.3. Методика расчета 8
   2.4. Оформление расчетно-пояснительной записки 8
3. Методические указания по выполнению графической части проекта 10
4. Объем разделов проекта 11
5. Требования при защите курсового проекта 12
Общий перечень рекомендуемой литературы 12
Приложение 14

В.М.ТИХОНОВ

КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ И ПАРОГЕНЕРАТОРЫ

Методические указания к курсовому проектированию

для студентов высших учебных заведений

по специальности ***100500 – Тепловые электрические станции***

Редактор Е.В.Билко.
УОП КГТУ. Заказ 199. Тираж 30 экз.
Объем 0.8 уч.-изд.л.; 1,0 печ.л.
Цена договорная.